

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan

Dalam pembuatan arang aktif, bahan yang digunakan adalah limbah tongkol jagung. Arang tongkol jagung dibuat menggunakan retort dan diaktifkan dengan proses kimia-fisika. Arang aktif digunakan sebagai adsorben dalam proses penetralan limbah cair rumah sakit dengan bantuan batu zeolit. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	Tongkol Jagung	6 kg	Bahan baku arang aktif
2.	Batu Zeolit alam	7,5 kg	Adsorben
3.	Asam sulfat (H ₂ SO ₄)	4 liter	Bahan pengaktif arang
4.	<i>Aquades</i>	4 liter	Pelarut asam sulfat
5.	Limbah cair rumah sakit	100 liter	Objek penelitian

3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan oleh Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Jumlah	Kapasitas
1.	<i>Retort</i>	1 unit	14 liter
2.	<i>Furnace</i>	1 unit	2 kg
4.	Alat-alat skala lab. Kimia	1 set	-
5.	Timbangan digital	1 buah	10 kg
6.	Masker	1 pack	50 buah
7.	Sarung tangan	20 pasang	-
8.	<i>Prototype</i> alat uji adsorpsi limbah cair aliran kontinyu	1 unit	-

3.2.1 *Retort*

Pengarangan tongkol jagung menggunakan *retort* dengan kapasitas 14 liter, bertegangan 220 volt 3 fasa. Suhu maksimum yang dapat dihasilkan adalah 500°C.



Gambar 3.1 Retort

3.2.2 *Furnace*

Pengaktifan fisika arang tongkol jagung menggunakan *furnace*. Arang tongkol jagun dipanaskan pada suhu 700°C dengan dialirkan gas nitrogen (N_2). Nitrogen dialirkan bertujuan untuk mencegah dekomposisi bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O , menghindari terjadinya reaksi karbon dengan O_2 yang dapat mengakibatkan karbon merubah menjadi abu, dan memaksimalkan pembentukan pori-pori pada permukaan karbon (Hu et al, 2009 dalam Pitaloka, 2011).



Gambar 3.2 Furnace

3.2.3 Alat bantu Kimia

Pengenceran H_2SO_4 dengan aquades membutuhkan takaran yang tepat. Untuk itu dibutuhkan adanya alat bantu kimia untuk menakarnya. Sama halnya dalam mengukur pH larutan, dibutuhkan adanya pH indikator.



(a)



(b)

Gambar 3.3 Alat bantu kimia (a) gelas ukur, (b) pH indikator

3.2.4 Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat bahan baku pembuatan arang aktif. Selain itu timbangan digital juga digunakan untuk mengukur berat arang, berat arang aktif, dan berat batu zeolit.



Gambar 3.4 Timbangan Digital

3.2.5 Masker

Masker digunakan untuk melindungi diri dari bau asam saat proses aktivasi kimia arang aktif.



Gambar 3.5 Masker

3.2.6 Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari uap dan cairan asam saat proses aktivasi kimia arang aktif. Sarung tangan juga digunakan saat proses pengambilan limbah cair rumah sakit. Selain itu, sarung tangan juga digunakan saat proses penetralisiran limbah cair rumah sakit.



Gambar 3.6 Sarung Tangan

3.2.7 *Prototype* Alat Uji Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit Aliran Kontinyu

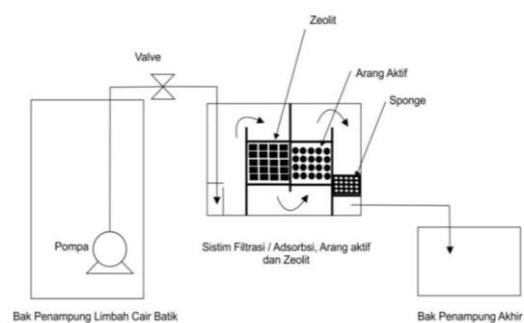
Prototype ini digunakan sebagai media adsorpsi limbah cair rumah sakit dengan arang aktif tongkol jagung dan batu zeolit. Polutan dan kandungan logam berat pada limbah cair rumah sakit diserap oleh arang aktif dan zeolit sebagai adsorben.



(a)



(b)

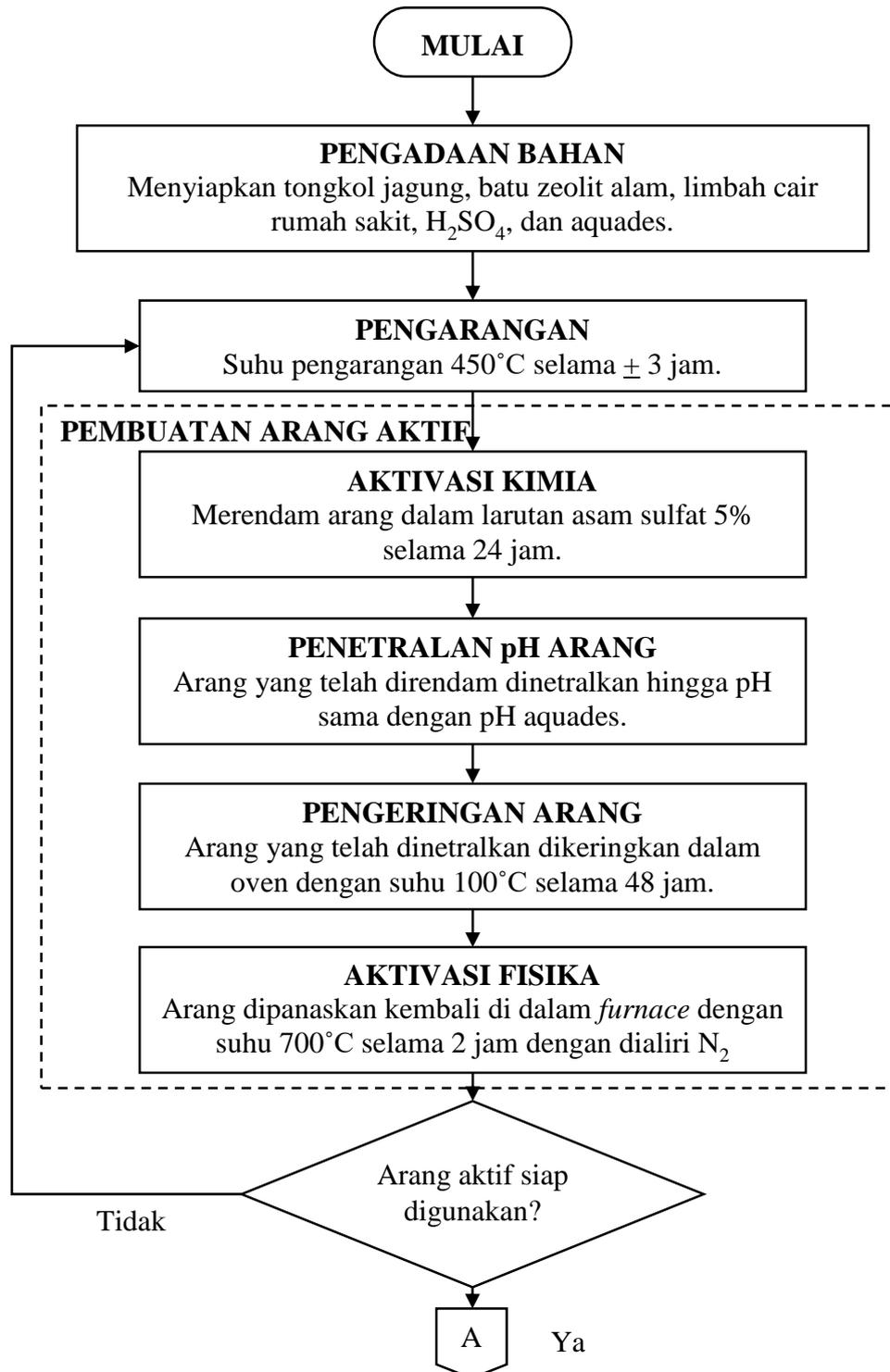


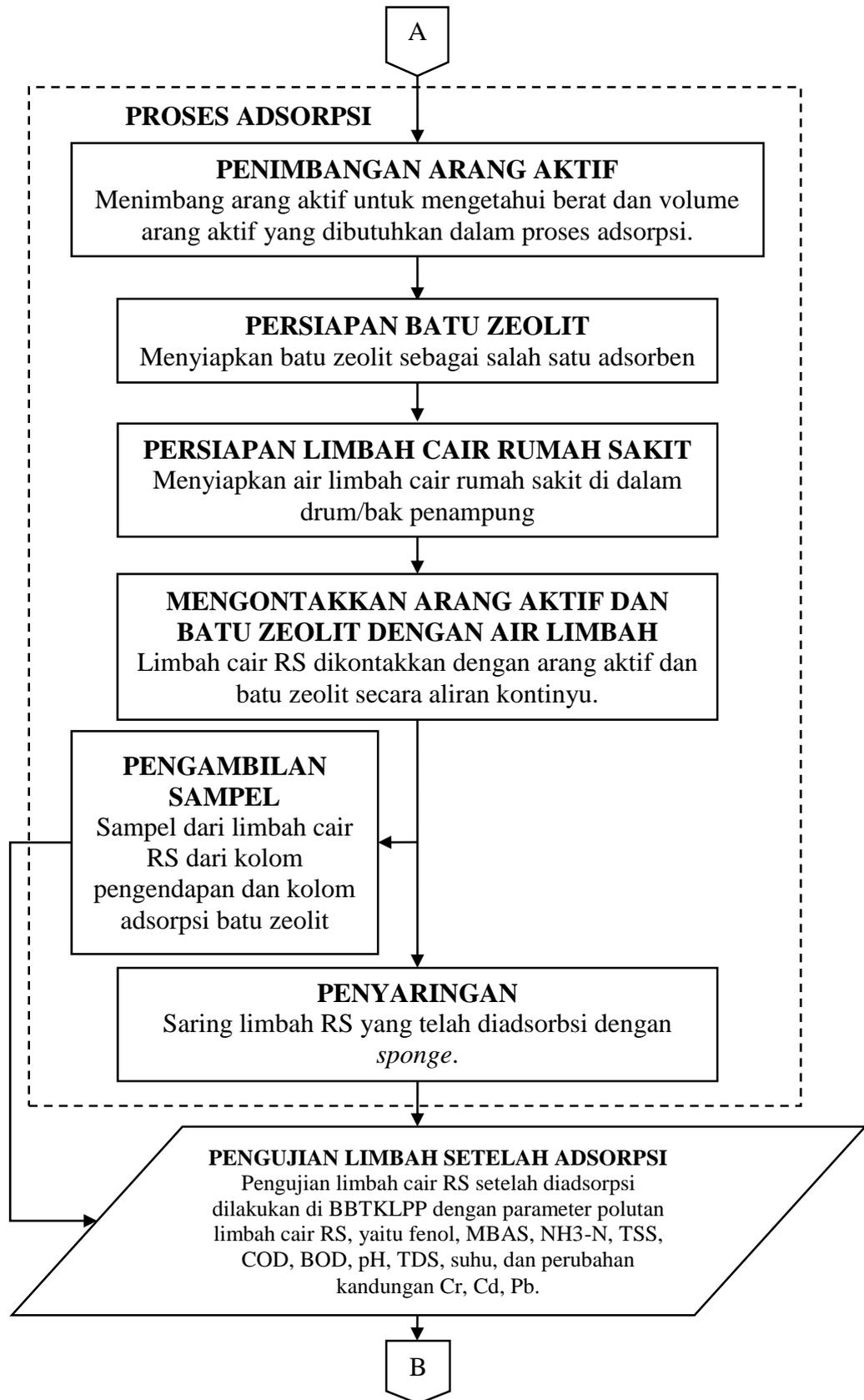
(c)

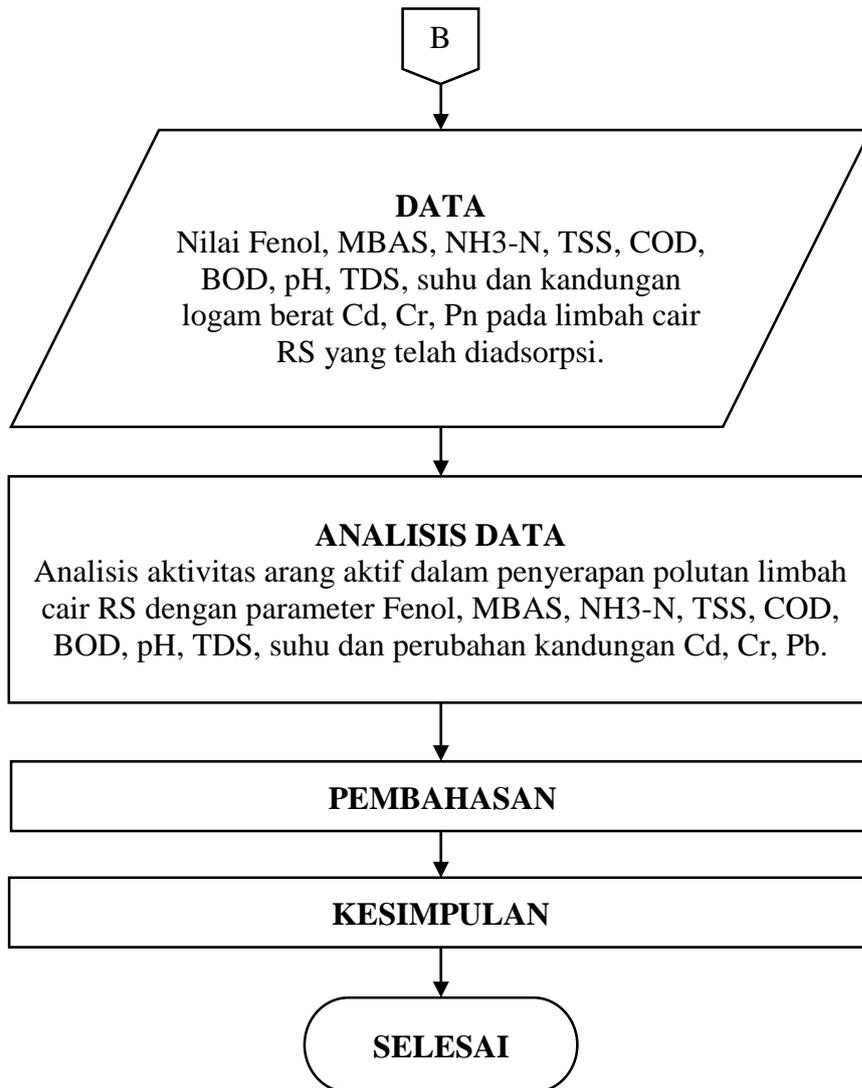
Gambar 3.7 (a) *Prototype* Alat Uji Adsorpsi, (b) Seksi Uji Adsorpsi, (c) Skema Aliran

3.3 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.8.







Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tongkol jagung yang telah terkumpul kemudian dibersihkan dari sisa-sisa kotoran. Setelah bersih, tongkol jagung dijemur di bawah terik sinar matahari agar tongkol jagung benar-benar kering. Menyiapkan batu zeolit yang juga akan digunakan sebagai adsorben selain arang aktif tongkol jagung. Selanjutnya menyiapkan 1 unit retort berkapasitas 14 liter untuk pengarangan tongkol jagung.

3.4.2 Proses Pengarangan

Proses pengarangan tongkol jagung menggunakan *retort* dengan kapasitas 14 liter. Sebelum diarangkan, tongkol jagung dijemur terlebih dahulu selama 2 (dua) hari. Hal ini bertujuan untuk mengeringkan tongkol jagung sehingga proses pengarangan dapat berjalan lebih cepat.



Gambar 3.9 Penjemuran Tongkol Jagung

Setelah dijemur, tongkol jagung dimasukkan ke *retort*. Tongkol jagung dipanaskan dalam *retort* dengan suhu 450°C. Dalam proses pengarangan bertujuan untuk menguapkan air dan mengeluarkan tar agar dihasilkan arang tongkol jagung. Proses ini dilakukan selama ± 3 jam atau sampai asap putih sudah tidak keluar lagi dari *retort*. Setelah itu *retort* dimatikan dan didiamkan selama 24 jam. Arang yang dihasilkan sekitar $\frac{1}{4}$ dari berat bahan baku awal. Hal dikarenakan air dan tar yang keluar pada saat proses pengarangan.



Gambar 3.10 Arang Tongkol Jagung

3.4.3 Aktivasi Arang

Aktivasi Arang bertujuan untuk memperbesar luas pori-pori karbon dan membersihkan permukaan karbon dari kotoran yang menempel. Aktivasi kimia pada arang menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 5%. Arang direndam dalam larutan asam sulfat, dinetralkan menggunakan aquades, lalu diaktivasi secara fisika dengan pemanasan menggunakan *furnace* pada suhu $700^\circ C$ selama 2 jam. Berikut detail proses aktivasi arang secara kimia-fisika :

1. Penimbangan Arang

Penimbangan arang bertujuan untuk mengetahui penyusutan berat arang setelah aktivasi dan penghitungan rendemen.



Gambar 3.11 Penimbangan Arang Tongkol Jagung

2. Penghalusan Arang

Arang dihaluskan sampai berukuran sekitar 1cm-2cm. Penghalusan arang bertujuan agar luas permukaan arang semakin besar sehingga arang aktif dapat bekerja secara maksimal saat adsorpsi.

3. Aktivasi Kimia

Arang diaktivasi secara kimia menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 5%. Asam sulfat 5% diperoleh dengan melarutkan asam sulfat dengan aquades dengan perbandingan 1:1. Volume masing-masing bahan yaitu 4 liter.



Gambar 3.12 Pelarutan Asam Sulfat dengan Aquades

Arang direndam dalam larutan asam sulfat yang telah diperoleh. Perendaman arang berlangsung selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan sisa lignin pada permukaan arang sehingga pori-pori pada permukaan arang akan terbuka.



Gambar 3.13 Penuangan Larutan Asam Sulfat

4. Proses Penetralkan pH Arang

Penetralkan arang bertujuan untuk menghilangkan sisa asam yang terdapat pada arang. Arang diletakkan di atas corong dengan didasari kertas saring sehingga aquades dapat dituangkan terus menerus pada arang. Hal ini dilakukan karena pemanasan pada suhu tinggi pada aktivasi fisika asam sangat berpotensi merusak dinding *furnace* yang terbuat dari logam.



Gambar 3.14 Penetralan pH Arang

5. Pengeringan Arang

Pengeringan arang bertujuan untuk menguapkan sisa asam yang terdapat pada arang. Arang dikeringkan setelah proses pencucian selesai, yaitu setelah pH arang netral. Proses ini dilakukan menggunakan oven dengan temperatur $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam.



(a)



(b)

Gambar 3.15 (a) Temperatur pada Oven, (b) Arang dalam Oven

6. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika merupakan aktivasi dengan memanaskan arang di dalam *furnace* pada suhu $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Nitrogen dialirkan dengan laju aliran $10\text{ cm}^3/\text{detik STP}$. Dialirkannya nitrogen bertujuan untuk mengoptimalkan pembentukan dan perluasan pori-pori karbon. Selain itu, aliran nitrogen juga bertujuan untuk menghindari terjadinya reaksi karbon dengan O_2

yang dapat mengakibatkan arang menjadi abu dan mencegah dekomposisi bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O (Pitaloka, 2011). Setelah selesai, *furnace* dimatikan dan didiamkan selama 24 jam agar *furnace* dingin dan aman dibuka sehingga arang aktif tidak bereaksi dengan udara yang akan mengakibatkan arang berubah menjadi abu.



(a)

(b)



(c)

Gambar 3.16 (a) Termometer Controller, (b) Furnace, (c) Flowmeter Aliran N_2



Gambar 3.17 Arang Aktif Tongkol Jagung

3.4.4 Persiapan Pengujian Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit dengan *Prototype Alat Uji Aliran Kontinyu*

Persiapan dilakukan sebelum dilakukannya proses pengujian adsorpsi limbah cair RS. Berikut beberapa persiapannya:

1. Menyiapkan Adsorben

Adsorben yang digunakan adalah arang aktif tongkol jagung dan batu zeolit. Dibutuhkan 200 gram arang aktif dan 2,5 kg batu zeolit.



(a)



(b)

Gambar 3.18 (a) Batu Zeolit, (b) Arang Aktif

2. Menyiapkan Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah diambil dengan jerigen 25 liter dan ditampung dalam drum. Untuk 1 variasi debit dibutuhkan sekitar 25 liter limbah cair rumah sakit. Limbah didiamkan selama 6 jam terlebih dahulu agar polutan mengendap di dasar drum.



Gambar 3.19 Jerigen berisi 25 liter Limbah Cair Rumah Sakit

3.4.5 Proses Pengujian Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit dengan Prototype Alat Uji Aliran Kontinyu

Berikut adalah proses dan langkah pengujian adsorpsi limbah cair rumah sakit dengan *prototype* alat uji aliran kontinyu :

1. Mempersiapkan *prototype* alat uji aliran kontinyu
2. Mempersiapkan limbah cair sebanyak 100 liter yang telah diendapkan selama 6 jam.
3. Menimbang arang aktif sebesar 200 gram dan batu zeolit sebesar 2,5 kg.
4. Memasang filter spons ke dalam kolom filtrasi.
5. Menyiapkan wadah penampung hasil adsorpsi.
6. Menyalakan pompa.
7. Mengatur laju aliran debit.
8. Mencatat waktu dari keluarnya limbah setelah adsorpsi.
9. Memasukkan air hasil adsorpsi ke dalam wadah yang telah disiapkan.
10. Mengulangi pengambilan sampel pada variasi debit dan waktu pengambilan sampel yang telah ditentukan.

3.4.6 Proses Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses yang terjadi saat fluida gas maupun cair terikat pada padatan yang membentuk suatu *film* (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut (Saputra, 2008). Zat terlarut yang diadsorpsi adalah polutan terlarut pada limbah cair rumah sakit. Dengan adsorbennya arang aktif dan batu zeolit. Berikut adalah proses yang terjadi saat proses penetralan limbah rumah sakit pada *prototype* alat uji :

1. Limbah cair rumah sakit diendapkan selama 6 jam terlebih dahulu pada drum penampung sebelum dialirkan menuju kolom adsorpsi.
2. Pompa dinyalakan, debit aliran diatur terlebih dahulu sesuai debit yang telah ditentukan.

3. Terdapat 4 kolom pada kolom adsorpsi :
 - a. Kolom pertama berfungsi sebagai inlet sekaligus kolom pengendapan yang kedua. Terdapat sekat yang berfungsi agar tidak terjadi turbulensi saat air masuk yang menyebabkan tercampurnya air limbah dan padatan sehingga dapat menyebabkan padatan ikut hanyut ke dalam kolom adsorpsi.
 - b. Kolom selanjutnya berisi adsorben batu zeolit. Terdapat kran dibawah adsorben untuk mengambil sampel air limbah setelah adsorpsi oleh batu zeolit.
 - c. Kolom ketiga berisi adsorben arang aktif tongkol jagung. Arah alirannya dari bawah ke atas yang bertujuan agar adsorpsi menggunakan arang aktif berlangsung lebih sempurna.
 - d. Kolom terakhir berisi spons sebagai filter. Setelah itu air dialirkan menuju wadah sampel melalui pipa outlet.
4. Hasil penetralan air limbah cair rumah sakit ada tiga, yaitu :
 - a. Setelah proses pengendapan,
 - b. setelah proses pengendapan dan adsorpsi oleh batu zeolit,
 - c. setelah penetralisiran limbah keseluruhan.

Setelah didapat semua sampel, sampel limbah yang telah diadsorpsi dibawa ke laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Yogyakarta untuk mengetahui baku mutu air limbah dan kandungan logam beratnya.